

Rec'd PCT/PTO 31 JAN 2005

**10/523269**

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

102 34 707.7

REC'D 20 OCT 2003

WIPO PCT

**Anmeldetag:**

30. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Erwin Junker Maschinenfabrik GmbH, Nordrach/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren und Vorrichtung zum Schleifen eines  
rotationssymmetrischen Maschinenbauteils

**IPC:**

B 24 B 5/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. August 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Hintermeister



Erwin Junker Maschinenfabrik GmbH  
J81236DE

30. Juli 2002  
F/Le/My/hs

**Verfahren und Vorrichtung zum Schleifen eines rotationssymmetrischen  
Maschinenbauteils**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Schleifen eines rotationssymmetrischen  
Maschinenbauteils mit zwei Achsteilen und einem dazwischen befindlichen, im  
Durchmesser vergrößerten Mittelteil, an dem eine Wirkfläche in der Form eines  
insbesondere flachen Kegelstumpfmantels mit im Querschnitt geradliniger oder gewölbter  
Kontur ausgebildet ist, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Maschinenbauteile dieser Art liegen beispielsweise in Getrieben mit stufenlos  
veränderlicher Übersetzung vor, wie sie in Kraftfahrzeugen benötigt werden. Dabei stehen  
sich zwei Maschinenbauteile mit einander zugewandten Wirkflächen gegenüber. Die  
Wirkflächen bilden somit einen Ringraum mit annähernd keilförmigem Querschnitt, in  
dem ein Zugglied wie beispielsweise eine Kette oder ein Riemen je nach der Entfernung  
der Wirkflächen voneinander zwischen unterschiedlichen Radien hin- und herwandert. Da  
ein derartiges Getriebe sehr exakt arbeiten und große Drehmomente übertragen muß,  
werden an die Maßhaltigkeit und die Oberflächenqualität der Maschinenbauteile hohe  
Anforderungen gestellt. Das gilt auch für die zugehörigen Schleifvorgänge, insbesondere  
beim Schleifen der Wirkfläche.

Das eingangs genannte Verfahren wird nach dem aus der betrieblichen Praxis bekannten  
Stand der Technik in Einzeloperationen, das heißt in mehreren Aufspannungen,  
durchgeführt. Hierbei wird die Wirkfläche mittels Korundschleifscheiben im  
Schrägeinstechverfahren geschliffen. Nach demselben Verfahren werden auch die  
zylindrischen Außenflächen der zugehörigen Achsteile geschliffen, die in der Regel im  
Durchmesser abgestuft sind.

Das bekannte Verfahren weist verschiedene Nachteile auf. Zunächst sind Schleifscheiben von Kegelform oder mit stark abgestuften Durchmessern erforderlich, die schwierig herzustellen und abzurichten sind. Bei derartigen Schleifscheiben mit Umfangsbereichen von stark unterschiedlichem Durchmesser sind auch die Umfangsgeschwindigkeiten der zu schleifenden Bereiche unterschiedlich. Das bedeutet, dass die entscheidende Schnittgeschwindigkeit an der Schleifstelle unterschiedlich sein muß und daher nicht überall optimal sein kann. Das führt im Ergebnis zu Bereichen von unterschiedlicher Rauigkeit, die sich besonders bei der am kegelförmig geformten Mittelteil vorliegenden Wirkfläche sehr nachteilig auswirkt. Schließlich ergeben sich auch Probleme bei der Kühlung mittels der üblichen Emulsionen und Schleiföle. Beim Schrägeinsteichschleifen entsteht nämlich an der Schleifstelle ein sich verengender Keil, dem der Kühlschmierstoff nicht optimal zugeführt werden kann. Das Ergebnis ist somit eine ungleichmäßige Kühlung der Schleifstelle. Auf alle diese Schwierigkeiten ist es zurückzuführen, dass man das eingangs genannte bekannte Verfahren bisher mit Korundschleifscheiben durchgeführt hat, die eine wesentlich geringere Standzeit haben und öfter abgerichtet werden müssen als die inzwischen weit verbreiteten CBN-Schleifscheiben.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem die Bearbeitungszeit verkürzt und dennoch ein besseres Schleifergebnis erzielt wird.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht gemäß den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Verfahrensschritten darin, dass das an seinen Enden gehaltete und zur Drehung angetriebene Maschinenbauteil in einer einzigen Aufspannung geschliffen wird, indem eine Schleifspindel mit mindestens einer Schleifscheibe von im Allgemeinen zylindrischer Grundform nacheinander an der Wirkfläche und den zylindrischen Außenflächen zur Wirkung kommt, wobei sie um zwei senkrecht zueinander stehende Schwenkachsen verschwenkt wird und relativ zu dem Maschinenbauteil parallel zu dessen Längsachse und senkrecht dazu (X-Achse) verschoben wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren verbleibt somit das zu schleifende Maschinenbauteil in einer einzigen Aufspannung, in der sämtliche Schleifvorgänge

vorgenommen werden. Das wird ermöglicht, indem die Schleifspindel um zwei senkrecht zueinander stehende Schwenkachsen verschwenkt wird und zusätzlich zu dem Maschinenbauteil parallel zu dessen Längsachse und senkrecht dazu (X-Achse) verschoben wird. Die Schleifspindel läßt sich somit in jede gewünschte Stellung gegenüber dem Maschinenbauteil bringen, so dass es möglich wird, sowohl die Wirkfläche als auch weitere, an dem Maschinenbauteil befindliche zylindrische Außenflächen mit einer oder mehreren Schleifscheiben von grundsätzlich zylindrischer Kontur zu schleifen.

Die Schleifscheibe von zylindrischer Grundform wird bei einer Wirkfläche mit im Querschnitt geradliniger Kontur ebenfalls eine im Querschnitt geradlinige Außenkontur haben. Wenn die Wirkfläche gewölbt ist, muß auch die Schleifscheibe bei zylindrischer Grundform im Querschnitt eine leicht gewölbte, angepasste Kontur haben. Die in der Praxis vorkommenden Wölbungen sind sehr gering.

Die Bewegungsmöglichkeit der Schleifspindel relativ zu dem Maschinenbauteil parallel zu dessen Längsachse eröffnet die Möglichkeit, die Wirkfläche mit der zylindrischen Umfangsfläche der Schleifscheibe im Senkrecht-Schleifverfahren zu schleifen, wobei die genannte Relativverschiebung die Zustellung bewirkt. Da bei den Maschinenbauteilen der hier in Rede stehenden Art die Wirkfläche die Form eines nur flachen Kegelstumpfmantels hat, reicht es nämlich aus, beim Schleifen der Wirkfläche die Zustellbewegung vorzunehmen, indem die Schleifspindel und das Maschinenbauteil parallel zu dessen Längsachse und senkrecht dazu (X-Achse) verschoben wird. Von dieser Bewegung entfällt auf die Schleifstelle an der Wirkfläche nur eine schräg gerichtete Komponente, die aber nur um einen geringen Betrag von der Richtung der Längsachse abweicht, so dass fast noch ein Senkrechtschleifen im üblichen Sinne vorliegt.

Als Vorteil ergibt sich eine gleichbleibende Schnittgeschwindigkeit über die gesamte Breite der Schleifscheibe. Damit ist eine erhöhte Oberflächengüte und Oberflächenstruktur gewährleistet. Hinzu kommt, dass optimierte Abrichtparameter beim Abrichten der Schleifscheibe erhalten werden, weil beim Abrichten dieselben Parameter, nämlich eine identische Abrichtgeschwindigkeit wie beim Schleifen sowie gleiche Drehzahlverhältnisse und Vorschubwerte erreicht werden. Weil die Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe

über der Wirkfläche gleich bleibt, ist auch die erzielbare Oberflächenrauigkeit gleichbleibend. Durch die gleiche Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe über die komplette „Kegelfläche“ können auch optimale Werte für das Zerspanvolumen pro Zeiteinheit erreicht werden.

5

Beim Schrägeinstechschleifen dagegen ist dies nicht der Fall. Geht man beim Außendurchmesser der Kegelscheibe von einem Durchmesser von beispielsweise 190 mm aus und einem an die Kegelfläche anschließenden Durchmesser von 40 mm, so ändert sich die Werkstückgeschwindigkeit durch die Rotation des Werkstückes während dem Schleifen um den Faktor 4,75. Die Höhe der Kegelfläche beträgt somit ca. 75 mm.

15

Bei einem angenommenen Durchmesser der Korundschleifscheibe von 750 mm beträgt dann die Schnittgeschwindigkeit am Außendurchmesser der Kegelfläche ca. 80 % der Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe am kleinen Durchmesser der Kegelfläche. Dies ist gegenläufig zum Zerspanvolumen, da dieses am großen Durchmesser an der Kegelfläche am höchsten ist. Dadurch wird durch die senkrecht angestellte Schleifscheibe auf die Kegelfläche das Schnittgeschwindigkeitsverhältnis zum Zerspanvolumen, das über die Kegelfläche abgetragen werden muß, wesentlich verbessert.

20

Es ergeben sich weiterhin deutlich verbesserte Verhältnisse beim Kühlen der Schleifzone, weil auch beim Schleifen der Wirkfläche praktisch dieselben Verhältnisse wie beim Senkrechtschleifen vorliegen, so dass eine gleichbleibende schmale Kühlzone vorliegt, der der Kühlschmierstoff gut zugeführt werden kann und die er auch schnell wieder verlässt.

25

Wie schon erwähnt, wirkt beim Zustellen nur eine schräg gerichtete Komponente auf die Schleifstelle zwischen der Schleifscheibe und der Wirkfläche ein. Da die Wirkfläche aber nur gering gegenüber der Radialebene geneigt ist, wird eben doch der weitaus größte Anteil der Anstellkraft senkrecht auf die Wirkfläche aufgebracht. Es ergibt sich eine geringere Kraftkomponente in radialer Richtung der Wirkfläche, so dass mit optimierten

30

Vorschüben beim Schleifen der Lauffläche gearbeitet werden kann. Auch dadurch wird die Schleifzeit verringert, und es ergeben sich dennoch verbesserte Genauigkeiten im

Schleifzustand der Wirkfläche. Für die an dem Maschinenbauteil weiterhin befindlichen zylindrischen Außenflächen gelten vergleichbare Vorteile.

Das erfindungsgemäße Schleifverfahren kann daher bestens mit keramisch gebundenen CBN-Schleifscheiben durchgeführt werden. Insgesamt kommt eine deutlich verkürzte Taktzahl auf modernen Bearbeitungsmaschinen bei gleichzeitig erheblich verbessertem Schleifergebnis zustande.

Eine vorteilhafte konkrete Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass die Wirkfläche des Maschinenbauteils geschliffen wird, indem eine an der Schleifspindel befindliche erste Schleifscheibe von zylindrischer Form und geradliniger oder angepasst gewölbter Umfangskontur senkrecht gegen die Wirkfläche angestellt wird, wobei die axiale Erstreckung der Schleifscheibe die radiale Schrägerstreckung der Wirkfläche überdeckt und die Zustellung erfolgt, indem die Schleifscheibe und das Maschinenbauteil in Richtung von dessen Längsachse relativ zueinander bewegt werden.

Bei dieser Ausgestaltung hat die erste Schleifscheibe eine größere axiale Erstreckung, so dass die gesamte Wirkfläche in einem Vorgang des Senkrechtschleifens fertiggeschliffen werden kann. Wenn die Wirkfläche des Maschinenbauteils ein Kegelstumpfmantel mit im Querschnitt geradliniger Kontur ist, kann die erste Schleifscheibe eine zylindrische Form haben. Bei einer im Querschnitt gewölbten Kontur der Wirkfläche ist auch eine angepasst gewölbte Umfangskontur der ersten Schleifscheibe erforderlich. Damit ergeben sich zwar über die Axialerstreckung der ersten Schleifscheibe Unterschiede in der Schnittgeschwindigkeit, die indessen gering bleiben; denn die Wirkflächen der hier zu schleifenden Maschinenbauteile sind nur in einem geringeren Umfang konkav oder konvex gewölbt. Der nunmehr noch vorhandene und in der Axialrichtung der ersten Schleifscheibe vorliegende Unterschied in der Schnittgeschwindigkeit ist jedenfalls sehr viel geringer als beim Schrägeinstechschleifen nach dem Stand der Technik.

Zum Schleifen der weiterhin vorhandenen an dem Maschinenbauteil befindlichen zylindrischen Außenflächen wird gemäß einer weiteren Ausgestaltung zweckmäßig eine zweite Schleifscheibe eingesetzt, mit der die genannten zylindrischen Außenflächen durch

Längsschleifen geschliffen werden; hierbei bleiben alle Vorteile der beweglichen Schleifspindel erhalten, indem sich die zweite Schleifscheibe gleichachsig mit der ersten Schleifscheibe an der Schleifspindel befindet und die zweite Schleifscheibe eine deutlich geringere Breite hat als die erste Schleifscheibe, sodaß ein Längsschleifen von  
5 zylindrischen Außenkonturen problemlos vorgenommen werden kann.

Vorteilhaft erfolgt das Längsschleifen der an dem Maschinenbauteil befindlichen zylindrischen Außenflächen durch ein Schäl Schleifen, bei dem in bekannter Weise in einem Durchgang bis auf das Fertigmaß geschliffen wird. Da infolge der gleichbleibenden Aufspannung alle Voraussetzungen für einen qualitativ hochwertigen Schleifvorgang vorliegen, kann hier im Schälverfahren gearbeitet werden, wodurch sich bei hoher Schleifqualität die Taktzeit weiter verringert.

Die zu schleifenden zylindrischen Außenflächen können ggs. auch durch Einstechschleifen  
15 bearbeitet werden.

Bei allen bisher genannten Variationsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Schleifverfahrens wird das Maschinenbauteil vorteilhaft zwischen Spitzen eingespannt und aus mindestens einer der Spitzen zur Drehung angetrieben. Beim Innerantrieb aus einer  
20 der Spitzen wird nämlich die genaue Zentrierung trotz des Drehantriebs am wenigsten gestört. Dadurch ergibt sich ebenfalls eine hohe Qualität des Schleifergebnisses.

Die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erforderliche Schwenkbarkeit der Schleifspindel um zwei senkrecht zueinander stehende Achsen wird gemäß einer  
25 Ausgestaltung des Verfahrens dadurch verwirklicht, dass bei waagrecht gehaltenem Maschinenbauteil die Schleifspindel um eine lotrecht verlaufende erste Schwenkachse und um eine zweite Schwenkachse verschwenkt wird, die waagrecht verläuft. Diese Ausgestaltung des Verfahrens erlaubt den Rückgriff auf bekannte Ausbildungen von Schleifmaschinen, womit auch die praktische Durchführung des erfindungsgemäßen  
30 Verfahrens auf ökonomische Weise möglich bleibt.

Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zum Schleifen eines rotationssymmetrischen Maschinenbauteils der eingangs schon im Zusammenhang mit dem Verfahren erwähnten bekannten Art. Sie besteht in einer Vorrichtung zum Schleifen eines rotationssymmetrischen Maschinenbauteils mit zwei Achsteilen und einem dazwischen  
5 befindlichen, im Durchmesser vergrößerten Mittelteil, an dem eine Wirkfläche in der Form eines insbesondere flachen Kegelstumpfmantels mit im Querschnitt geradliniger oder gewölbter Kontur ausgebildet ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

- mit Spann- und Antriebsgliedern zum Einspannen des Maschinenbauteils an seinen stirnseitigen Enden und zu seinem Drehantrieb,
- mit einem Schleifspindelschlitten, der in einer quer zur Längsachse des Maschinenbauteils verlaufenden Richtung verfahrbar ist,
- 15 - mit einer Einrichtung zur gegenseitigen Längsverschiebung des Maschinenbauteils und des Schleifspindelschlittens in einer Richtung parallel zur Längsachse des Maschinenbauteils,
- 20 - mit einer Schleifspindel, die über zwei zueinander senkrecht verlaufende Schwenkachsen an dem Schleifspindelschlitten angeordnet ist,
- und mit zwei gleichachsrig an der Schleifspindel gelagerten und durch diese zur Drehung angetriebenen Schleifscheiben,
- 25 - von denen die zum Schleifen der an dem Maschinenbauteil befindlichen Wirkfläche bestimmte erste Schleifscheibe eine Breite aufweist, die mindestens der radialen Schrägerstreckung der Wirkfläche entspricht,
- 30 - während die zum Schleifen zylindrischer Umfangsflächen bestimmte zweite Schleifscheibe eine geringere Breite hat.



Nach der schon erfolgten eingehenden Beschreibung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind besondere Erläuterungen der vorstehend zitierten erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht mehr erforderlich. Eine vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht in der fliegenden Anordnung beider Schleifscheiben an ein und derselben Seite der Schleifspindel. Hiermit ergibt sich eine konstruktiv einfache Ausführung der Schleifspindel, wobei durch Abstufung der Durchmesser beider Schleifscheiben ohne weiteres erreichbar ist, dass sich die beiden Schleifscheiben bei den unterschiedlichen Bearbeitungsvorgängen gegenseitig nicht stören.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Spann- und Antriebsglieder zum Einspannen des Maschinenbauteils durch an einem Werkstückspindelstock und Reitstock angebrachte Pinolen gebildet sind, die mit an ihnen befindlichen Spitzen zentrierend in stirnseitige Bohrungen des Maschinenbauteils eingreifen, und wenn zumindest die an dem Werkstückspindelstock befindliche Spitze mit einer Kupplung versehen ist, die mit der stirnseitigen Bohrung des Maschinenbauteils über radial von innen nach außen wirkende Spannglieder zum Zwecke von dessen Drehmitnahme in Wirkverbindung steht.

Der Drehantrieb des Maschinenbauteils aus dem Inneren einer dieses Maschinenbauteil zentrierenden Spitze bedeutet, dass durch den Drehantrieb die Zentrierung nicht gestört wird. Die radial von innen nach außen wirkenden Spannglieder bringen keine Axialkräfte auf das Maschinenbauteil und die Spitzen auf. Damit bleiben Spannungen und Durchbiegungen des Maschinenbauteils trotz einer zuverlässigen Drehmitnahme aus. Es wird somit ein zuverlässiger Drehantrieb mit einer Zentrierung von hoher gleichbleibender Genauigkeit verbunden.

Konstruktiv kann eine derartige Kupplung dadurch verwirklicht werden, dass sie als Spreizkonuskupplung ausgebildet ist, deren nach außen zu spreizende Spannglieder als Spannbacken ausgebildet sind und im Bereich der Spitze einer Längsbohrung des an dem Werkstückspindelstock befindlichen Schaftes angeordnet sind, und dass die Betätigung der Spannglieder durch eine Zugstange erfolgt, die durch die Längsbohrung hindurchgeführt und im Bereich der Spannbacken mit einem Betätigungskonus versehen ist.

Als Spannglieder kommen somit in erster Linie Spannbacken in Frage, die unter dem Einfluß des Betätigungskonus verstellt werden. Aber auch eine Beeinflussung von als Spannglied dienenden Kugeln durch den Betätigungskonus ist möglich. Zu noch weiteren Einzelheiten einer derartigen aus dem Innern einer Zentrierspitze wirkenden Spreizkonuskupplung kann auf die EP 0 714 338 B1 der Patentinhaberin verwiesen werden. Die hier genannte Weiterbildung kann noch dadurch ergänzt werden, dass auch in der Spitze des Reitstocks eine derartige Spreizkonuskupplung angeordnet sein kann.

Die bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung verwirklichte große Beweglichkeit der einzigen Schleifspindel bringt es mit sich, dass genügend Platz zwischen dem Werkstückspindelstock und dem Reitstock vorhanden sein muß. Hinzu kommt noch, dass Maschinenbauteile der hier zu schleifenden Art oft mit beidseitigen Achsteilen von erheblicher Länge ausgestattet sind. Bei besonders hohen Anforderungen an das Schleifergebnis ist es daher vorteilhaft, wenn gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung die an dem Werkstückspindelstock und/oder dem Reitstock befindliche Spitze an ihrem Schaft durch eine oder mehrere Lünetten abgestützt ist. Eine Durchbiegung der Spitzen und damit auch des Maschinenbauteils wird damit weitgehend verhindert, ohne dass sich direkt an dem Maschinenbauteil befindliche Lünetten störend bemerkbar machen würden.

Die erforderliche gegenseitige Längsverschiebung des Maschinenbauteils und des Schleifspindelschlittens kann vorteilhaft dadurch verwirklicht werden, dass die Spann- und Antriebsglieder zum Einspannen und zum Drehantrieb des Maschinenbauteils sich auf einem Schleiftisch befinden, der gegenüber dem Schleifspindelschlitten in Längsrichtung des Maschinenbauteils verfahrbar ist.

Es ist aber ohne Weiteres auch möglich, die Spann- und Antriebsglieder unmittelbar an dem Maschinenbett fest anzubringen und dafür dem Schleifspindelschlitten eine zusätzliche Beweglichkeit parallel zur Längsrichtung des Maschinenbauteils zu geben.

Für die Ausbildung der ersten und der zweiten Schwenkachse der Schleifspindel wird vorgesehen, dass an dem Schleifspindelschlitten über eine senkrecht zu dessen Verschiebungsebene verlaufende erste Schwenkachse ein Schleifspindelstock angeordnet ist, an dem sich die Schleifspindel über eine zweite Schwenkachse verschwenkbar befindet, die senkrecht zu der ersten Schwenkachse verläuft.

Durch eine derartige Anordnung kann die Schleifspindel besonders vorteilhaft in die verschiedenen Bearbeitungspositionen an dem Maschinenbauteil gebracht werden, wobei die beiden Schleifscheiben sich gegenseitig nicht stören.

Die erfindungsgemäßen Vorrichtung soll mit keramisch gebundenen CBN-Schleifscheiben ausgestattet werden, weil diese eine besonders hohe Standzeit haben und in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zu einem besonders guten Schleifergebnis führen. Das gilt insbesondere für die erste Schleifscheibe zum Schleifen der Wirkfläche.

Die Erfindung wird anschließend anhand von Ausführungsbeispielen, die in den Figuren dargestellt sind, noch näher erläutert. Die Figuren zeigen das Folgende:

Figur 1 zeigt eine Ansicht von oben auf eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einer ersten Bearbeitungsphase.

Figur 2 stellt eine der Figur 1 entsprechende Ansicht in der darauf folgenden Bearbeitungsphase dar.

Figur 3 hat die dritte Bearbeitungsphase bei sonst übereinstimmender Darstellung zum Gegenstand.

Figur 4 ist eine vergrößerte Darstellung von Einzelheiten der Figur 1.

Figur 5 veranschaulicht ebenfalls in vergrößerter Darstellung Einzelheiten des Zusammenwirkens von Maschinenbauteil und Schleifscheibe entsprechend der in Figur 2 dargestellten Bearbeitungsphase.

Figur 6 zeigt die vergrößerte Darstellung von Einzelheiten der Figur 3.

Figur 7 hat eine Einzelheit zum Aufspannen, Zentrieren und Antreiben des zu schleifenden Maschinenbauteils zum Inhalt.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Schleifen, mit der insbesondere das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden soll. Die Vorrichtung gemäß Figur 1 besteht aus einem Maschinenbett 1, auf dem ein Werkstückspindelstock 2 und ein Reitstock 3 angebracht sind. Werkstückspindelstock 2 und Reitstock 3 weisen die üblichen (nicht bezeichneten) Pinolen mit den an Schäften 4, 5 befindlichen Spitzen 6 und 7 auf, zwischen denen das zu schleifende Maschinenbauteil 17 eingespannt wird. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind der Werkstückspindelstock 2 und der Reitstock 3 auf einem Schleiftisch 8 angeordnet, der in der Längsrichtung des Maschinenbauteils 17 verfahrbar ist. Nach dem Einspannen haben das Maschinenbauteil 17, der Werkstückspindelstock 2 und der Reitstock 3 eine gemeinsame Längsachse 23, die als Bezugslinie für die Anordnung der übrigen Teile angesehen werden kann.

In Figur 1 ist weiter ein Schleifspindelschlitten 9 schematisch dargestellt, der mittels eines Verstellmotors 10 in einer Richtung senkrecht zu der Längsachse 23 verfahren werden kann. Auf dem Schleifspindelschlitten 9 ist ein Schleifspindelstock 11 angebracht, der um eine erste Schwenkachse 12 verschwenkt werden kann. Die erste Schwenkachse 12 steht senkrecht auf der Verschiebungsebene des Schleifspindelschlittens 9 und ist damit üblicherweise lotrecht ausgerichtet.

An dem Schleifspindelstock 11 ist eine Schleifspindel 14 angebracht; sie ist über eine zweite Schwenkachse 13 schwenkbar mit dem Schleifspindelstock 11 verbunden. Die Lage der zweiten Schwenkachse 13 wird aus Figur 2 vorstellbar. Die zweite Schwenkachse 13 verläuft senkrecht zur ersten Schwenkachse 12 und schneidet bei den üblicherweise vorkommenden Stellungen die gemeinsame Längsachse 23 von Werkstückspindelstock 2, Maschinenbauteil 17 und Reitstock 3.

Die sich aus der ersten Schwenkachse 12 ergebende Drehmöglichkeit des Schleifspindelstocks 11 ist in Figur 1 mit dem gekrümmten Doppelpfeil B bezeichnet. Die sich aus der zweiten Schwenkachse 13 ergebende Schwenkmöglichkeit der Schleifspindel 14 gegenüber dem Schleifspindelstock 11 ist in Figur 2 mit dem gekrümmten Doppelpfeil A angedeutet, den man sich als räumliche Darstellung denken muß.

An der einen Seite der Schleifspindel 14 sind zwei Schleifscheiben 15 und 16 eng nebeneinander fliegend gelagert.

Die vergrößerten Darstellungen der Figuren 4 bis 6 lassen die Eigenart des zu schleifenden Maschinenbauteils und den Ablauf der einzelnen Bearbeitungsphasen besonders deutlich erkennen.

Das zu schleifende Maschinenbauteil 17 besteht aus einem ersten Achsteil 18, einem zweiten Achsteil 19 und einem dazwischen befindlichen Mittelteil 20, dessen Außendurchmesser D deutlich größer ist als der der beidseitig davon befindlichen Achsteile. Wesentlich für das Mittelteil 20 ist ein Bereich in der Grundform eines Kegelstumpfes 21. Der Kegelstumpfmantel kann im Querschnitt eine geradlinige, aber auch eine konvex oder konkav gekrümmte Kontur haben. Derartige Maschinenbauteile bilden beispielsweise in automatischen Getrieben eine Wirkfläche 22, an der eine Kette oder ein Riemen auf sich ändernden Radien entlang wandern kann. Hierbei sind dann zwei derartige Wirkflächen gegeneinander gestellt, und die Kette oder der Riemen befindet sich dazwischen.

Das Maschinenbauteil weist aber auch zylindrische Außenflächen 24 auf, die gleichfalls geschliffen werden müssen; diese Flächen sind sämtlich in Figur 5 bezeichnet. Mit der Linie 28 in Figur 4 ist die Einwirkungs- oder Berührungslinie zwischen der ersten Schleifscheibe 15 und der Wirkfläche 22 bezeichnet; in dieser Berührungslinie 28 ist die Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe, das heißt deren Geschwindigkeit am Außenumfang, von großer Bedeutung.

In den Figuren 4 bis 6 sind außerdem Lünetten 26 und 27 eingezeichnet, welche die Spitzen 6 und 7 des Werkstückspindelstocks und des Reitstocks unterstützen können. Bei dem erfindungsgemäß durchzuführenden Verfahren entsteht nämlich durch das zeitweise Schrägstellen der Schleifspindel 14 ein vergrößerter Raumbedarf zwischen dem Werkstückspindelstock 2 und dem Reitstock 3, vergleiche Figur 4. Die Schäfte 4 und 5 der Spitzen 6 und 7 müssen damit verhältnismäßig lang ausgebildet werden; bei besonders hohen Anforderungen an die Schleifgenauigkeit werden sie daher durch die Lünetten 26 und 27 unterstützt, damit sie sich unter der Einwirkung der Schleifscheiben nicht durchbiegen.

In Figur 7 ist eine Möglichkeit dargestellt, wie das zu schleifende Maschinenbauteil an den Spitzen 6, 7 zuverlässig eingespannt und genau zentriert werden kann und dabei dennoch wirksam zur Drehung angetrieben wird.

Zu diesem Zweck ist die Spitze 6 in einem zylindrischen Fortsatz 29 von kleinem Durchmesser verlängert. Die Spitze 6 und ihr Schaft 4 sind auf ihrer gesamten Länge von einer Längsbohrung 30 durchsetzt, in der eine Zugstange 31 geführt ist. Diese hat an ihrem einen Ende einen Gewindeabschnitt 32, der dazu dient, über geeignete Betätigungsmechanismen die Zugstänge hin und her zu bewegen. An dem entgegengesetzten Ende ist an der Zugstange 31 ein Betätigungskonus 33 ausgebildet, der seinerseits mit auf ihm befindlichen Spanngliedern zusammenwirkt. Die Spannglieder werden durch Spannbacken 36 gebildet. Dazu sind ein erster Spannring 34 und ein zweiter Spannring 35 vorhanden, die beispielsweise aus geschlitzten Metallringen oder aus einem gummiähnlichen Werkstoff bestehen können. Die Spannringe 34 und 35 halten die Spannbacken 36 an ihrer Stelle in der Spitze 6 und verhindern eine horizontale Verschiebung der Spannbacken; die Spannbacken sind lediglich in einer Richtung senkrecht zur Zugstange verschiebbar. Die durch den ersten Spannring 34 zustande kommende axial gerichtete Kraftkomponente ist geringfügig und kann vernachlässigt werden. Die genannten Teile bilden innerhalb des zylindrischen Fortsatzes 29 eine Spreizkonuskupplung aus. Beispielsweise können drei Spannbacken 36 im Abstand von je 120 Grad vorhanden sein. Wird nun in Figur 7 die Zugstange 31 nach links gezogen, so drückt der Betätigungskonus 33 die Spannbacken 36 nach außen,

wodurch der erste Spannring 34 axial zusammengedrückt und der zweite Spannring 35 radial nach außen gedrückt wird. Da der zylindrische Fortsatz 29 in die stirnseitige Bohrung 37 des ersten Achsteils hineinragt, das sich an dem Maschinenbauteil 17 befindet, werden im Ergebnis die Spitze 6 und das Achsteil 18 fest miteinander verspannt, wodurch eine sichere Drehmitnahme gewährleistet ist, ohne dass die Präzision der Zentrierung dadurch beeinträchtigt wird.

Die aus Figur 7 ersichtliche Spreizkonuskupplung kann konstruktiv noch abgewandelt werden. Beispielsweise ist es möglich, anstelle der Spannbacken und des zweiten Spannrings 35 auch eine oder mehrere Kugeln zu verwenden. Einzelheiten hierzu können der EP 0 714 338 B1 der Anmelderin entnommen werden.

Im Folgenden wird der Ablauf des Schleifverfahrens beschrieben, wie er auf einer Vorrichtung gemäß den Figuren 1 bis 7 erfolgt.

An dem Maschinenbauteil 17 müssen in den stirnseitigen Enden, also an den beiden Achsteilen 18 und 19, Bohrungen 37 angebracht werden, wodurch das Maschinenbauteil 17 zwischen den Spitzen 6, 7 von Werkstückspindelstock 2 und Reitstock 3 eingespannt und angetrieben werden kann. Durch Betätigen der aus Figur 7 ersichtlichen Spreizkonuskupplung wird das Maschinenbauteil 17 sodann bei präziser Zentrierung in Drehung versetzt.

In der ersten Bearbeitungsphase, in der die Wirkfläche 22 geschliffen wird, befindet sich die Schleifspindel 14 durch Verschwenken um die erste Schwenkachse 12 in der aus den Figuren 1 und 4 ersichtlichen Stellung. Entsprechend dem Kegelwinkel der Wirkfläche 22 wird auch die Schleifspindel 14 leicht schräg gestellt, so dass die erste Schleifscheibe 15 mit ihrem Umfang im Wesentlichen senkrecht gegen die zu schleifende Wirkfläche 22 angestellt ist.

Wenn die Wirkfläche 22 eine im Querschnitt geradlinige Kontur hat, wird die Außenkontur der ersten Schleifscheibe 15 ebenfalls geradlinig sein. Falls die Wirkfläche 22 jedoch konkav oder konvex gekrümmt ist, muß die erste Schleifscheibe 15

eine entgegengesetzt angepasste Krümmung aufweisen. Die in der Praxis vorkommenden Krümmungen an den Wirkflächen derartiger Maschinenbauteile sind verhältnismäßig gering. Bei dem hier erfolgenden Senkrechtschleifen der Wirkfläche besteht somit in jedem Fall der Vorteil, dass die Schnittgeschwindigkeit der Schleifscheibe über die gesamte axiale Erstreckung der Schleifscheibe 15 im Wesentlichen gleich ist. Das ist ein entscheidender Vorteil gegenüber dem bisher üblichen Schrägeinstechschleifen. Da die axiale Erstreckung der ersten Schleifscheibe 15 die radiale Schrägerstreckung der Wirkfläche 22 vollständig überdeckt, kann in einem einzigen Vorgang des Senkrechtschleifens das Schleifaufmaß 25 abgetragen und der angestrebte hochwertige Schleifzustand der Wirkfläche 22 erreicht werden. Die Zustellbewegung erfolgt, indem der Schleiftisch 8 in Richtung der Längsachse 23 verfahren wird. Auf die Berührungslinie 28 an der Wirkfläche 22 entfällt eine entsprechende schräge Komponente. Grundsätzlich könnte auch der Schleiftisch feststehen und der Schleifspindelschlitten 9 verfahren werden.

15. Wenn die Wirkfläche 22 vollständig bearbeitet ist, wird der Schleifspindelschlitten 9 ein geringes Stück von dem Maschinenbauteil 17 weg nach außen gefahren, und es wird der Schleifspindelstock 11 um die erste Schwenkachse 12 gedreht, die senkrecht zur Verschiebungsebene des Schleifspindelschlittens verläuft. Die Schleifspindel 14 wird sodann in die aus den Figuren 2 und 5 ersichtliche Stellung gefahren. In dieser Stellung kann ein Längsschleifen aller zylindrischer Außenflächen 24, die sich an dem Mittelteil 20 und dem zweiten Achsteil 19 befinden, mittels der zweiten Schleifscheibe 16 erfolgen. In dieser zweiten Bearbeitungsphase wird das Schältschleifen bevorzugt, bei dem in einem axialen Durchgang sofort bis auf den Fertigdurchmesser geschliffen wird. Der Längsvorschub erfolgt auch hier durch Verfahren des Schleiftisches 8.

25. Wenn die zweite Bearbeitungsphase beendet ist, wird die Schleifspindel 14 um die zweite, waagrecht verlaufende Schwenkachse 13 – gewissermaßen „über Kopf“ – geschwenkt, so dass die beiden Schleifscheiben 15 und 16 nunmehr die aus den Figuren 3 und 6 ersichtliche Stellung gegenüber dem zu schleifenden Maschinenbauteil 17 annehmen. 30. Ersichtlich können in der nunmehr erfolgenden dritten Bearbeitungsphase die noch verbliebenen Außenflächen 24 im Bereich des ersten Achsteils längsgeschliffen werden, wozu wieder die zweite Schleifscheibe 16 herangezogen wird.



20.07.02

19

- 16 -

Das Schleifen in einer einzigen Aufspannung, bei dem die Schleifspindel mit den beiden Schleifscheiben gewissermaßen um das gesamte zu schleifende Maschinenbauteil „herumfährt“ verbindet ein hervorragendes Schleifergebnis mit stark verkürzten

5 Taktzeiten.

## Bezugsziffernliste

1	Maschinenbett	30	Längsbohrung
2	Werkstückspindelstock	31	Zugstange
5 3	Reitstock	32	Gewindeabschnitt
4	Schaft	33	Betätigungskonus
5	Schaft	34	erster Spannring
6	Spitze	35	zweiter Spannring
7	Spitze	36	Spannbacken
8	Schleiftisch	37	stirnseitige Bohrung
9	Schleifspindelschlitten		
10	Verstellmotor		
11	Schleifspindelstock		
12	erste Schwenkachse		
15 13	zweite Schwenkachse		
14	Schleifspindel		
15	erste Schleifscheibe		
16	zweite Schleifscheibe		
17	Maschinenbauteil		
20 18	erstes Achsteil		
19	zweites Achsteil		
20	Mittelteil		
21	Kegelstumpf		
22	Kegelstumpfmantel, Wirkfläche		
25 23	Längsachse		
24	zylindrische Außenfläche		
25	Schleifaufmass		
26	Lünette		
27	Lünette		
30 28	Berührungslinie		
29	zylindrischer Fortsatz		

Erwin Junker Maschinenfabrik GmbH  
J81236DE

30. Juli 2002  
F/Le/My/hs

5

### Ansprüche

10

15

20

25

30

1. Verfahren zum Schleifen eines rotationssymmetrischen Maschinenbauteils (17) mit zwei Achsteilen (18, 19) und einem dazwischen befindlichen, im Durchmesser vergrößerten Mittelteil (20), an dem eine Wirkfläche (22) in der Form eines insbesondere flachen Kegelstumpfmantels mit im Querschnitt geradliniger oder gewölbter Kontur ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das an seinen Enden gehaltene und zur Drehung angetriebene Maschinenbauteil (17) in einer einzigen Aufspannung geschliffen wird, indem eine Schleifspindel (14) mit mindestens einer Schleifscheibe von im Allgemeinen zylindrischer Grundform nacheinander an der Wirkfläche (22) und den zylindrischen Außenflächen (24) zur Wirkung kommt, wobei sie um zwei senkrecht zueinander stehende Schwenkachsen (12, 13) verschwenkt wird und relativ zu dem Maschinenbauteil (17) parallel zu dessen Längsachse (23) und senkrecht dazu X-Achse, verschoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkfläche (22) des Maschinenbauteils (17) geschliffen wird, indem eine an der Schleifspindel (14) befindliche erste Schleifscheibe (15) von zylindrischer Grundform und geradliniger oder angepasst gewölbter Umfangskontur senkrecht gegen die Wirkfläche (22) angestellt wird, wobei die axiale Erstreckung der Schleifscheibe (15) die radiale Schrägerstreckung der Wirkfläche (22) überdeckt und die Zustellung erfolgt, indem die Schleifscheibe (15) und das Maschinenbauteil (17) in Richtung von dessen Längsachse (23) relativ zueinander bewegt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Maschinenbauteil (17) befindliche zylindrische Außenflächen (24) durch

Längsschleifen mit einer zweiten Schleifscheibe (16) geschliffen werden, die sich gleichachsig mit der ersten Schleifscheibe (15) an der Schleifspindel (14) befindet und deren Breite geringer ist als die der ersten Schleifscheibe (15).

5. 4. Verfahren nach Anspruch 3; dadurch gekennzeichnet, dass an dem Maschinenbauteil (17) befindliche zylindrische Außenflächen (24) durch Schälsschleifen geschliffen werden.
5. 5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Maschinenbauteil (17) befindliche zylindrische Außenflächen (24) durch Einstechschleifen mit einer zweiten Schleifscheibe geschliffen werden, die sich gleichachsig mit der ersten Schleifscheibe (15) an der Schleifspindel (14) befindet.
- 15 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Maschinenbauteil (17) zwischen Spitzen (6, 7) eingespannt und aus mindestens einer der Spitzen (6) zur Drehung angetrieben ist.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei waagrecht gehaltenem Maschinenbauteil (17) die Schleifspindel (14) um eine lotrecht verlaufende erste Schwenkachse (12) und um eine zweite Schwenkachse (13) verschwenkt wird, die waagrecht verläuft.
- 25 8. Vorrichtung zum Schleifen eines rotationssymmetrischen Maschinenbauteils (17) mit zwei Achsteilen (18, 19) und einem dazwischen befindlichen, im Durchmesser vergrößerten Mittelteil (20), an dem eine Wirkfläche (22) in der Form eines insbesondere flachen Kegelstumpfmantels mit im Querschnitt geradliniger oder gewölbter Kontur ausgebildet ist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
- 30 - mit Spann- und Antriebsgliedern zum Einspannen des Maschinenbauteils (17) an seinen stirnseitigen Enden und zu seinem Drehantrieb,

- mit einem Schleifspindelschlitten (9), der in einer quer zur Längsachse (23) des Maschinenbauteils (17) verlaufenden Richtung verfahrbar ist,
- 5.
- mit einer Einrichtung zur gegenseitigen Längsverschiebung des Maschinenbauteils (17) und des Schleifspindelschlittens (9) in einer Richtung parallel zur Längsachse (23) des Maschinenbauteils 17,
  - mit einer Schleifspindel (14), die über zwei zueinander senkrecht verlaufende Schwenkachsen (12, 13) an dem Schleifspindelschlitten (9) angeordnet ist,
  - und mit zwei gleichachsrig an der Schleifspindel (14) gelagerten und durch diese zur Drehung angetriebenen Schleifscheiben (15, 16),
- 15
- von denen die zum Schleifen der an dem Maschinenbauteil (17) befindlichen Wirkfläche (22) bestimmte erste Schleifscheibe (15) eine Breite aufweist, die mindestens der radialen Schrägerstreckung der Wirkfläche (22) entspricht,
- 20.
- während die zum Schleifen zylindrischer Umfangsflächen (24) bestimmte zweite Schleifscheibe (16) eine geringere Breite hat.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch eine fliegende Anordnung
- 25
- beider Schleifscheiben (15, 16) an ein und derselben Seite der Schleifspindel (14).
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spann- und Antriebsglieder zum Einspannen des Maschinenbauteils (17) durch an einem Werkstückspindelstock (2) und einem Reitstock (3) angebrachte
- 30
- Pinolen (4, 5) gebildet sind, die mit an ihnen befindlichen Spitzen (6, 7) zentrierend in stirnseitige Bohrungen (37) des Maschinenbauteils (17) eingreifen, und dass zumindest die an dem Werkstückspindelstock (2) befindliche Spitze (6) mit einer

Kupplung versehen ist, die mit der stirnseitigen Bohrung (37) des Maschinenbauteils (17) über radial von innen nach außen wirkende Spannglieder zum Zwecke von dessen Drehmitnahme in Wirkverbindung steht.

5 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplung als Spreizkonuskupplung ausgebildet ist, deren nach außen zu spreizende Spannglieder als Spannbacken (36) ausgebildet sind und im Bereich der Spitze einer Längsbohrung (30) des an dem Werkstückspindelstock (2) befindlichen Schaftes (5) angeordnet sind, und dass die Betätigung der Spannbacken (36) durch eine Zugstange (31) erfolgt, die durch die Längsbohrung (30) hindurchgeführt und im Bereich der Spannbacken (36) mit einem Betätigungskonus (33) versehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die an dem Werkstückspindelstock (2) und/oder dem Reitstock (3) befindliche Spitze (6, 7) an  
15 ihrem Schaft (4, 5) durch eine oder mehrere Lünetten (26, 27) abgestützt ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spann- und Antriebsglieder zum Einspannen und zum Drehantrieb des Maschinenbauteils (17) sich auf einem Schleiftisch (8) befinden, der gegenüber  
20 dem Schleifspindelschlitten (9) in Längsrichtung des Maschinenbauteils (17) verfahrbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Schleifspindelschlitten über eine senkrecht zu dessen  
25 Verschiebungsebene verlaufende erste Schwenkachse (12) ein Schleifspindelstock (11) angeordnet ist, an dem sich die Schleifspindel (14) über eine zweite Schwenkachse (13) verschwenkbar befindet, die senkrecht zu der ersten Schwenkachse (12) verläuft.

Erwin Junker Maschinenfabrik GmbH  
J81236DE

30. Juli 2002  
F/Le/My/hs

5

### Zusammenfassung

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Schleifen eines Maschinenbauteils 17 vorgeschlagen, das aus zwei Achsteilen 18, 19 und einem Mittelteil 20 von deutlich vergrößertem Durchmesser D besteht. An dem Mittelteil 20 befindet sich eine Wirkfläche 22, die an einem Teil in Form eines flachen Kegelstumpfes 21 ausgebildet ist. Zum Abschleifen des Schleifaufmaßes 25 an der Wirkfläche 22 wird das Maschinenbauteil 17 zwischen Spitzen 6, 7 eingespannt, die Schäfte 4, 5 aufweisen; hierbei wird der an dem Reitstock 3 befindliche Schaft 5 durch eine Lünette 27 unterstützt. Das Maschinenbauteil 17 ist in Richtung seiner Längsachse 23 verfahrbar und kann mit seiner Wirkfläche 22 an der Berührungslinie 28 gegen die Schleifscheibe 15 zugestellt werden. Es erfolgt hierbei ein Senkrechtschleifen mit zylindrischer Außenkontur der ersten Schleifscheibe 15, wodurch die Schnittgeschwindigkeit über die gesamte axiale Erstreckung der ersten Schleifscheibe 15 konstant ist und ein sehr gutes Schleifergebnis erzielt wird. Die erste Schleifscheibe 15 befindet sich zusammen mit einer zweiten, schmälere Schleifscheibe 16 fliegend gelagert an einer Schleifspindel 14. Durch Verschwenken der Spindel 14 um zwei zueinander senkrecht stehende Schwenkachsen sowie durch ein Verfahren der Schleifspindel 14 senkrecht zur Längsachse 23 kann die zweite Schleifscheibe 16 in eine Arbeitsstellung gebracht werden, in der die zylindrischen Außenbereiche des Maschinenbauteils durch Längsschleifen zu bearbeiten sind. Das Maschinenbauteil 17 bleibt dabei unverändert in derselben Aufspannung. Die vorgeschlagene Arbeitsweise führt zu verkürzten Taktzeiten bei gleichzeitig sehr gutem Schleifergebnis.

30

Hierzu Figur 4

Fig. 1

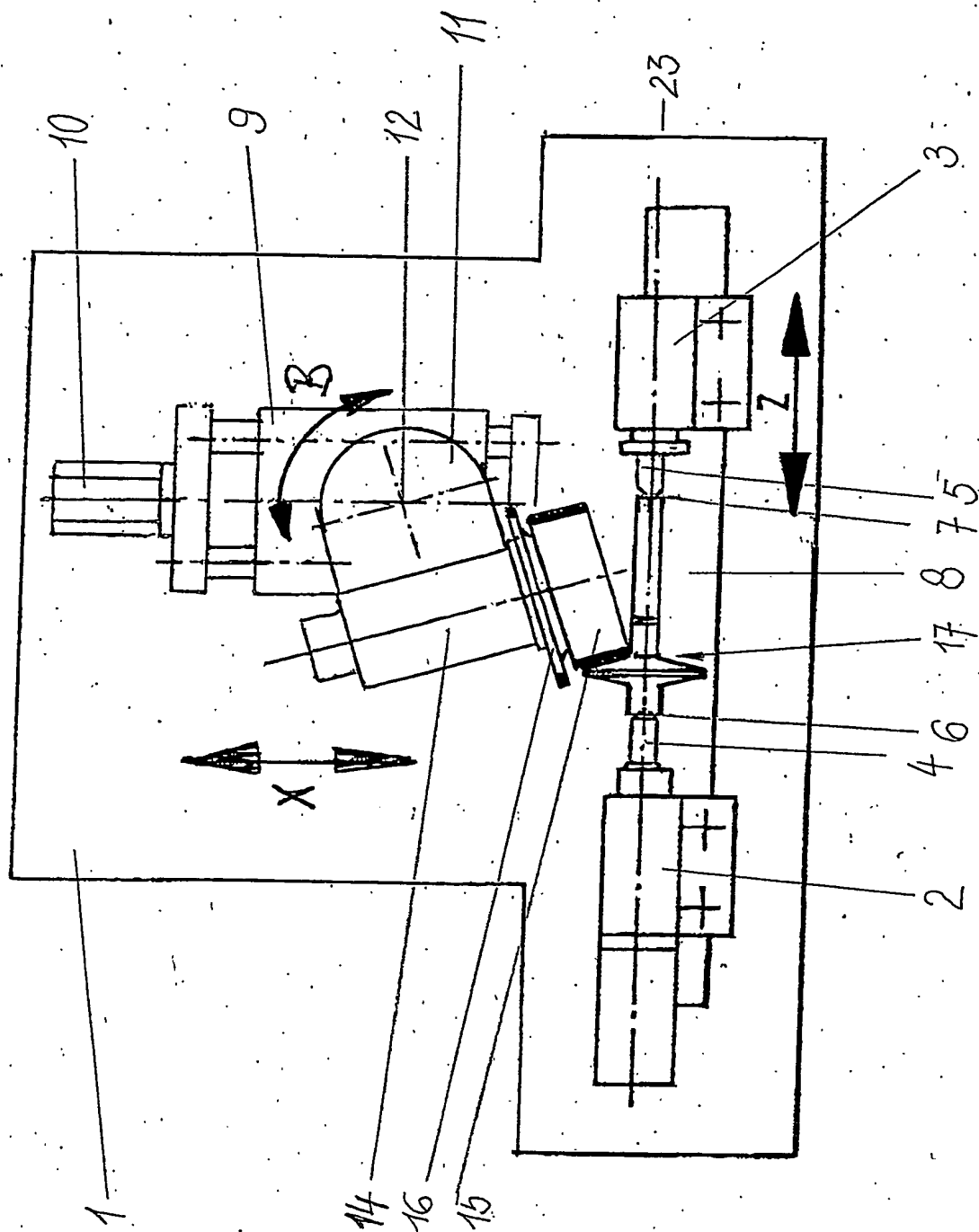




Fig. 1

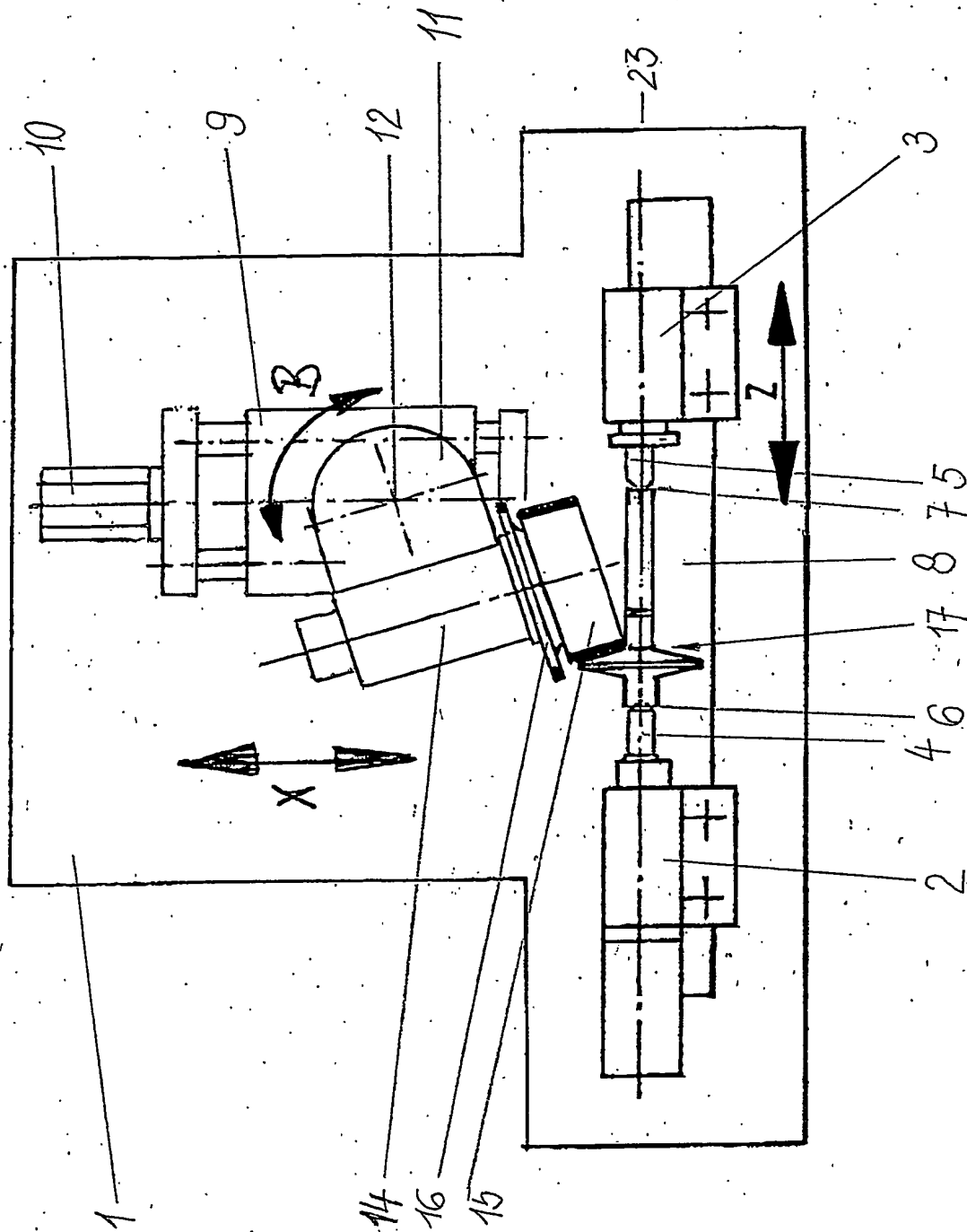
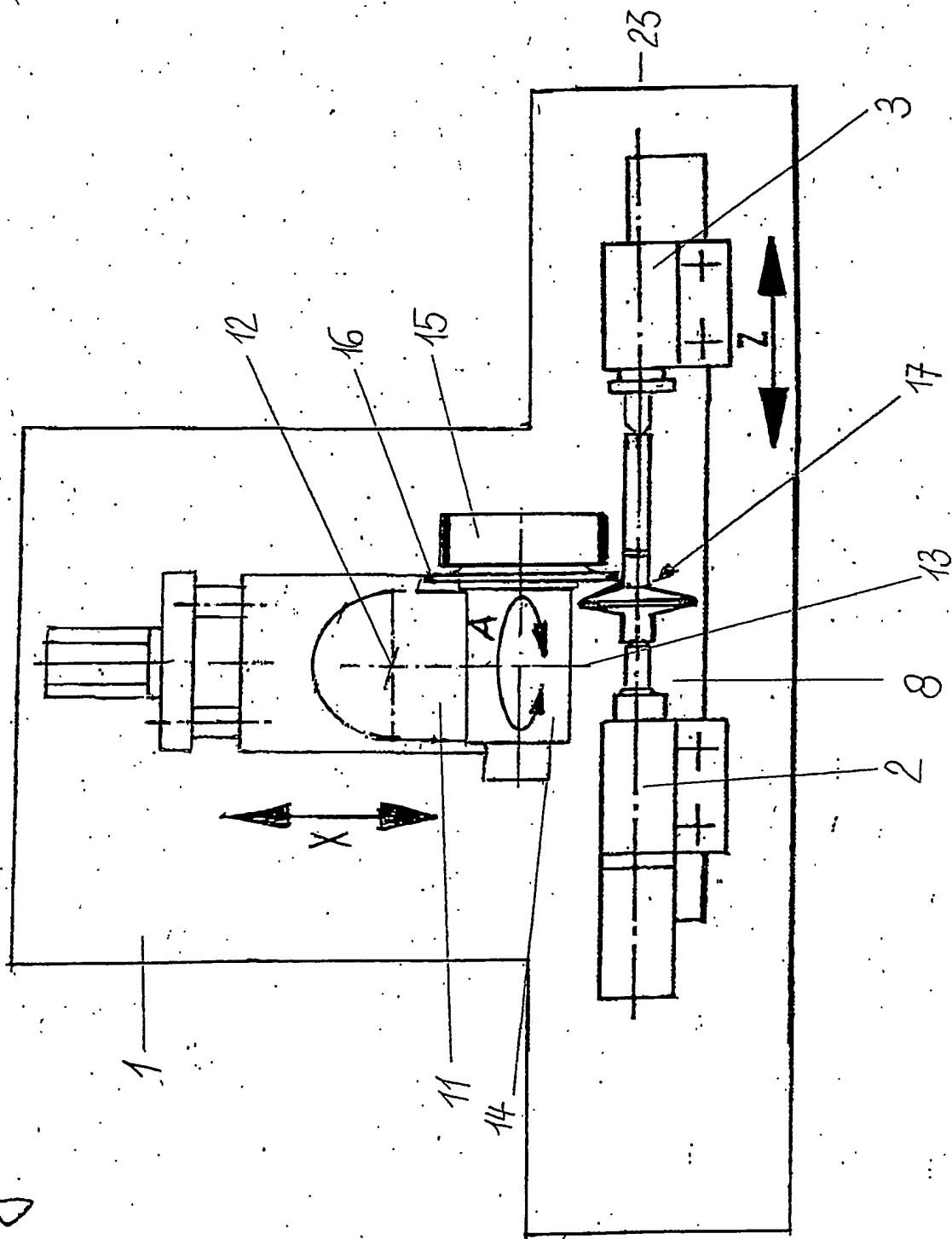


Fig. 2



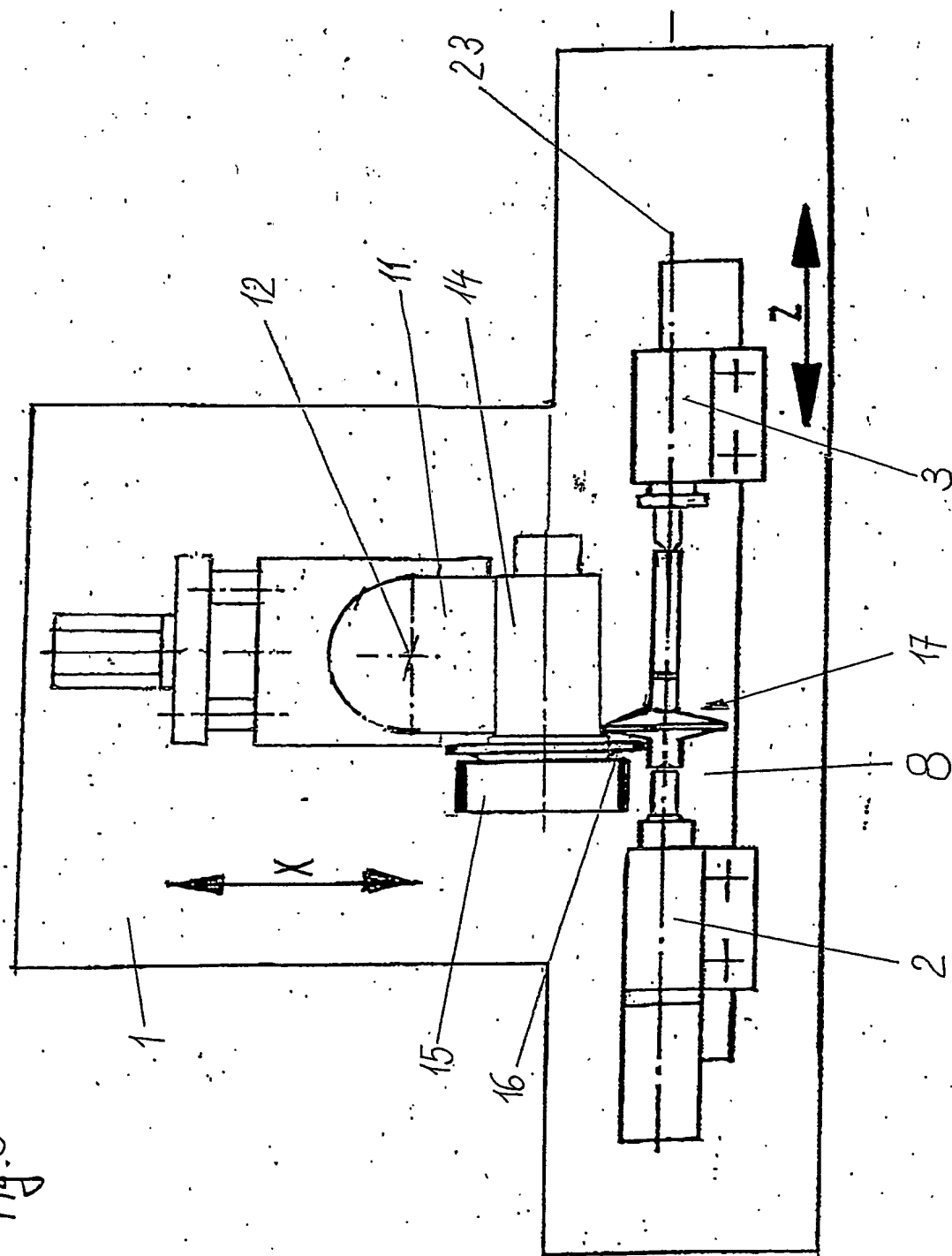


Fig. 3

Fig 4

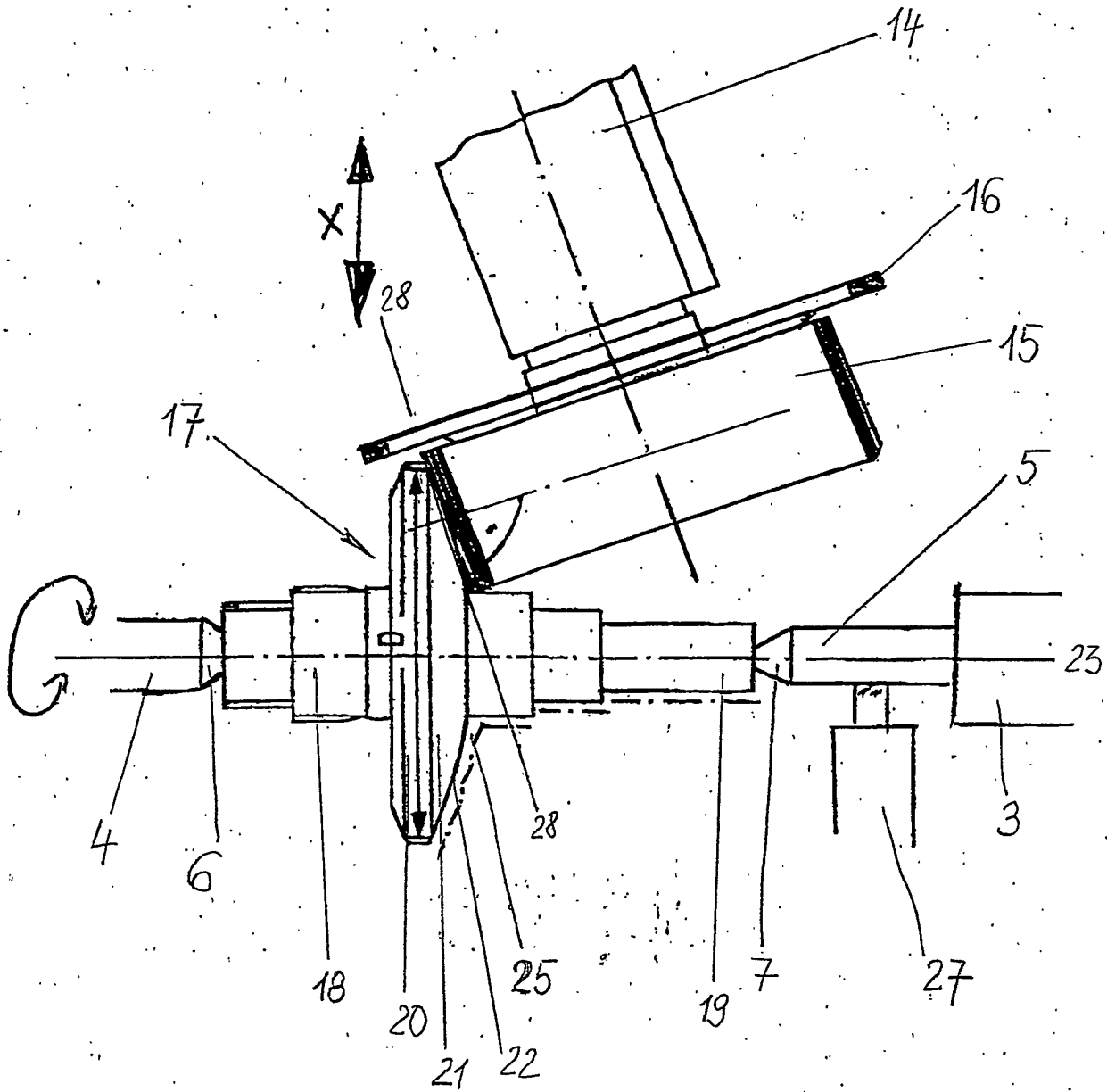
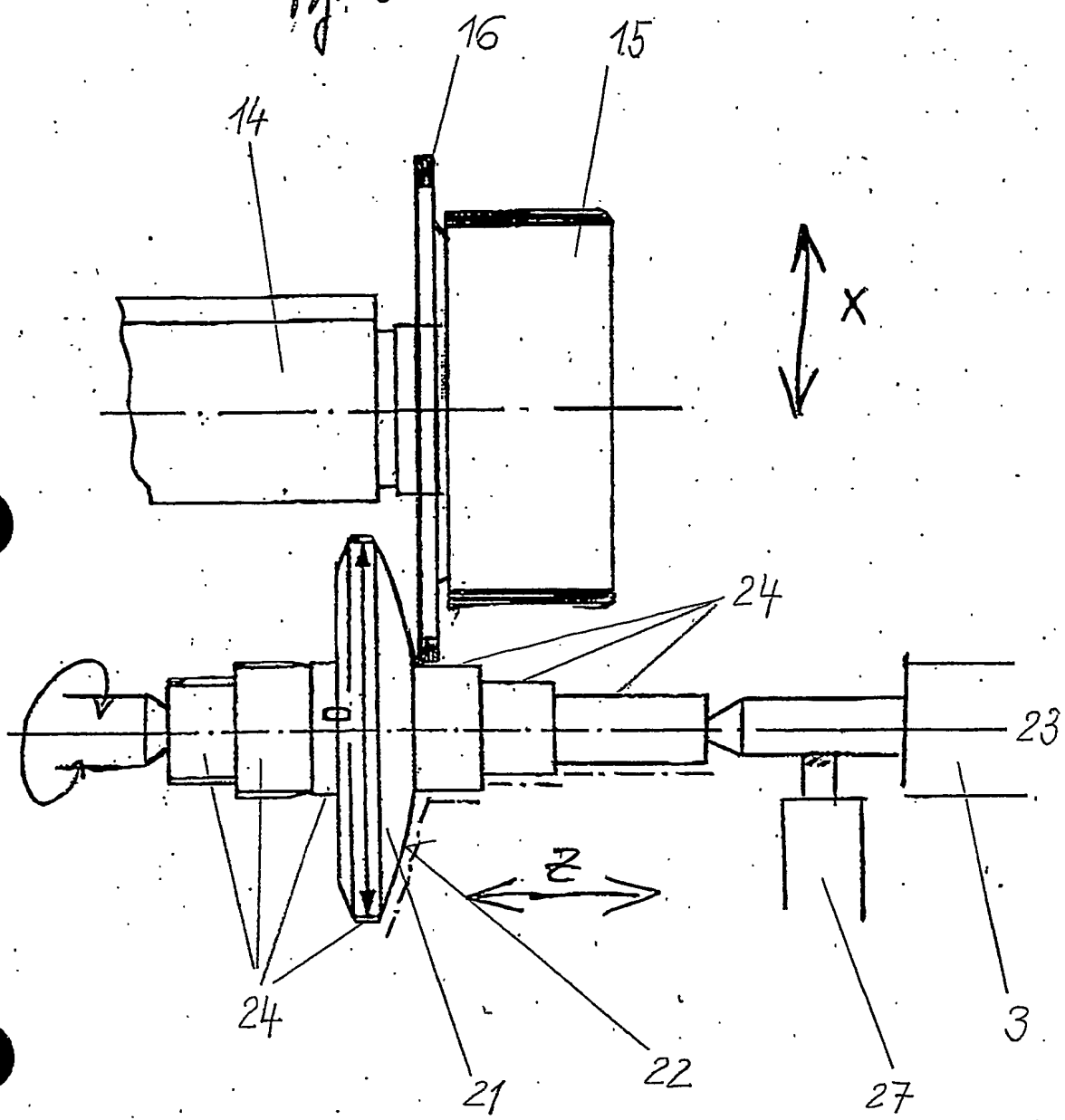


Fig 5



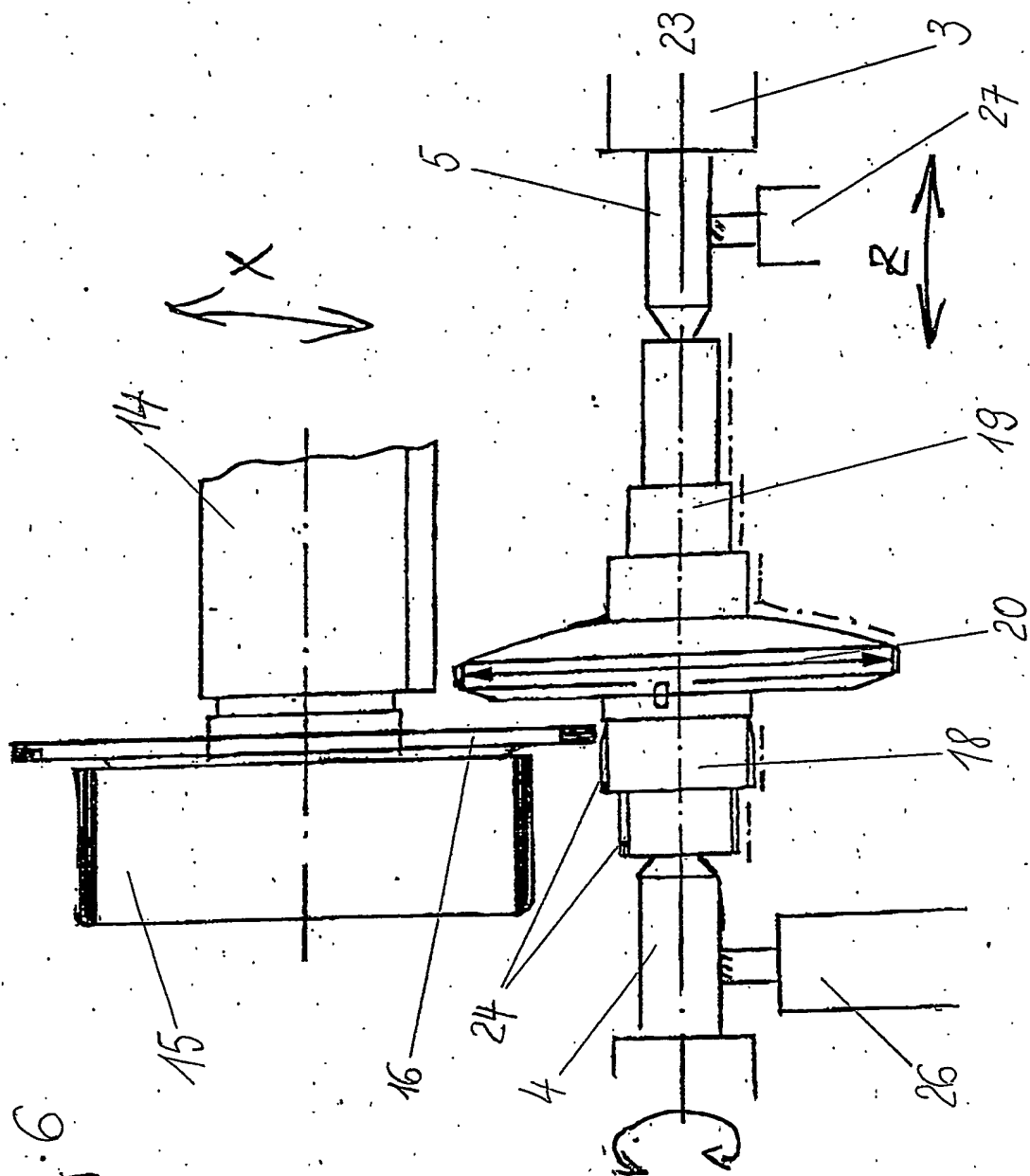


Fig. 6

Fig. 7

